

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月31日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-223111

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-223111 ]

出 願 人

Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 6月 4日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3043397

【書類名】 特許願

【整理番号】 1023097

【提出日】 平成14年 7月31日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 F01N 3/02  
F01N 3/08

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 木村 光彦

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 広田 信也

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 辺田 良光

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 伊藤 和浩

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 浅沼 孝充

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 利岡 俊祐

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 仲野 泰彰

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 中谷 好一郎

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 見上 晃

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709208

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排気通路上に硫黄成分を保持する硫黄成分保持剤を設けると共に、流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときに $\text{NO}_x$ および硫黄成分を保持する $\text{NO}_x$ 保持剤を上記硫黄成分保持剤の排気下流に配置し、さらに、 $\text{NO}_x$ 保持剤に流入する排気ガス中に還元剤を添加するための還元剤添加手段を設けた内燃機関の排気浄化装置において、

上記還元剤添加手段によって添加される還元剤に含まれる硫黄成分の濃度は内燃機関の燃焼室に供給される燃料に含まれる硫黄成分の濃度よりも低いことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】 上記硫黄成分保持剤は硫黄成分保持条件が成立しているときには流入する排気ガス中の硫黄成分を保持し、硫黄成分離脱条件が成立しているときには保持している硫黄成分を離脱させ、さらに、上記 $\text{NO}_x$ 保持剤をバイパスするバイパス通路と、該バイパス通路に流入する排気ガスの流量を制御する流量調整弁とを具備し、上記硫黄成分保持剤から硫黄成分を離脱させるときには硫黄成分離脱条件を成立させると共に上記バイパス通路に排気ガスの大部分が流入するようにした請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】 上記硫黄成分保持剤は硫黄成分保持条件が成立しているときには流入する排気ガス中の硫黄成分を保持し、硫黄成分離脱条件が成立しているときには保持している硫黄成分を離脱させ、さらに、上記排気通路から分岐して該分岐部に再び戻る環状通路と、該環状通路に流入する排気ガスの流量および該環状通路への排気ガスの流入方向を制御する流量調整弁とを具備し、上記環状通路内に $\text{NO}_x$ 保持剤が配置されており、上記分岐部に流量調整弁が配置され、上記硫黄成分保持剤から硫黄成分を離脱させるときには硫黄成分離脱条件を成立させると共に、流量調整弁によって排気ガスの大部分が上記環状通路に流入することなく上記分岐部下流へと排気通路内を流れるようにした請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】 上記還元剤添加手段は環状通路上に配置される請求項 3 に記

載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】 上記  $\text{NO}_x$  保持剤は、流入する排気ガス中に含まれる微粒子を捕集することができるパティキュレートフィルタに担持される請求項 1～4 のいずれか一つに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】 上記還元剤に含まれる硫黄成分の濃度はほぼ零である請求項 1～5 のいずれか一つに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 7】 上記還元剤は軽油またはメタンである請求項 1～6 のいずれか一つに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 8】 上記還元剤は内燃機関の燃焼室に供給される燃料が貯留されているタンクとは別個に設けられたタンクに貯留される請求項 1～7 のいずれか一つに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 9】 上記還元剤は内燃機関の燃焼室に供給される燃料を改質したものである請求項 1～7 のいずれか一つに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、 $\text{NO}_x$  保持剤を担持した排気浄化器では、この排気浄化器に流入する排気ガス中に硫黄成分 ( $\text{SO}_x$  等) が含まれていると硫黄被毒してしまい、これにより排気浄化器の排気浄化能力が低下してしまうことが知られている。

このような硫黄被毒による排気浄化器の排気浄化能力の低下を防止するために、特開平 6-346768 号公報に開示された排気浄化装置では、流入する排気ガス中の硫黄成分を保持することができる硫黄成分保持剤が排気浄化器の排気上流に配置される。このような排気浄化装置では、硫黄成分保持剤が保持している硫黄成分を離脱させるときには排気浄化器に離脱した硫黄成分を含んだ排気ガスが流入しないようにすることにより排気浄化器の硫黄被毒を防止している。このように、排気浄化器を備えた排気浄化装置では、排気浄化器の硫黄被毒を回避す

るという要請がある。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、 $\text{NO}_x$ 保持剤を担持した排気浄化器では、 $\text{NO}_x$ 保持剤に保持された $\text{NO}_x$ を離脱させるために排気浄化器に流入する排気ガスの空燃比をリッチにするリッチスパイクが行われる。リッチスパイクを行う場合には、すなわち排気ガスの空燃比をリッチにする場合には燃料が必要となる。ところが、燃費等の観点からリッチスパイクのために消費される燃料は少ない方が好ましい。したがって、上記公報に記載されたような排気浄化装置に対しては、リッチスパイク時の燃料消費量を可能な限り低減するという要請がある。

【 0 0 0 4 】

そこで、本発明の目的は、排気浄化器の硫黄被毒を回避しつつ燃料消費量を少なくするようにした排気浄化装置を提供することにある。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、第1の発明では、内燃機関の排気通路上に硫黄成分を保持する硫黄成分保持剤を設けると共に、流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときに $\text{NO}_x$ および硫黄成分を保持する $\text{NO}_x$ 保持剤を上記硫黄成分保持剤の排気下流に配置し、さらに、 $\text{NO}_x$ 保持剤に流入する排気ガス中に還元剤を添加するための還元剤添加手段を設けた内燃機関の排気浄化装置において、上記還元剤添加手段によって添加される還元剤に含まれる硫黄成分の濃度は内燃機関の燃焼室に供給される燃料に含まれる硫黄成分の濃度よりも低い。

【 0 0 0 6 】

第1の発明によれば、 $\text{NO}_x$ 保持剤の排気上流に硫黄成分保持剤が設けられていることにより、硫黄成分保持剤を通過してから $\text{NO}_x$ 保持剤に流入する排気ガス中には硫黄成分はほとんど含まれていない。また、 $\text{NO}_x$ 保持剤に流入する排気ガス中に添加される還元剤に含まれる硫黄成分の濃度は低い。これにより、 $\text{NO}_x$ 保持剤への硫黄成分の流入が抑制される。

【 0 0 0 7 】

第2の発明では、第1の発明において、上記硫黄成分保持剤は硫黄成分保持条件が成立しているときには流入する排気ガス中の硫黄成分を保持し、硫黄成分離脱条件が成立しているときには保持している硫黄成分を離脱させ、さらに、上記 $\text{NO}_x$ 保持剤をバイパスするバイパス通路と、該バイパス通路に流入する排気ガスの流量を制御する流量調整弁とを具備し、上記硫黄成分保持剤から硫黄成分を離脱させるときには硫黄成分離脱条件を成立させると共に上記バイパス通路に排気ガスの大部分が流入するようにした。

なお、第2の発明において、硫黄成分保持条件とは例えば硫黄成分保持剤に流入する排気ガスの空燃比がリーンである場合、または硫黄成分保持剤に流入する排気ガスの空燃比がほぼ理論空燃比またはリッチであって硫黄成分保持剤の温度が硫黄離脱温度よりも低い場合を指し、硫黄成分離脱条件とは例えば硫黄成分保持剤に流入する排気ガスの空燃比がリッチであって硫黄成分保持剤の温度が硫黄離脱温度よりも高い場合を指す。

#### 【0008】

第3の発明では、第1の発明において、上記硫黄成分保持剤は硫黄成分保持条件が成立しているときには流入する排気ガス中の硫黄成分を保持し、硫黄成分離脱条件が成立しているときには保持している硫黄成分を離脱させ、さらに、上記排気通路から分岐して該分岐部に再び戻る環状通路と、該環状通路に流入する排気ガスの流量および該環状通路への排気ガスの流入方向を制御する流量調整弁とを具備し、上記環状通路内に $\text{NO}_x$ 保持剤が配置されており、上記分岐部に流量調整弁が配置され、上記硫黄成分保持剤から硫黄成分を離脱させるときには硫黄成分離脱条件を成立させると共に、流量調整弁によって排気ガスの大部分が上記環状通路に流入することなく上記分岐部下流へと排気通路内を流れるようにした。

#### 【0009】

第4の発明では、第1の発明において、上記還元剤添加手段は環状通路上に配置される。

還元剤添加手段が流量調整弁の排気上流に設けられると、還元剤が流量調整弁に付着してしまう。これに対して、第4の発明の排気浄化装置では、還元剤添加



手段が環状通路上に配置されるため、還元剤添加手段は流量調整弁の排気下流に設けられることになり、還元剤が流量調整弁に付着してしまうという問題を回避することができる。

## 【 0 0 1 0 】

第 5 の発明では、第 1 ～第 4 のいずれか一つの発明において、上記  $\text{NO}_x$  保持剤は、流入する排気ガス中に含まれる微粒子を捕集することができるパティキュレートフィルタに担持される。

## 【 0 0 1 1 】

第 6 の発明では、第 1 ～第 5 のいずれか一つの発明において、上記還元剤に含まれる硫黄成分の濃度はほぼ零である。

## 【 0 0 1 2 】

第 7 の発明では、第 1 ～第 6 のいずれか一つの発明において、上記還元剤は軽油またはメタンである。

## 【 0 0 1 3 】

第 8 の発明では、第 1 ～第 7 のいずれか一つの発明において、上記還元剤は内燃機関の燃焼室に供給される燃料が貯留されているタンクとは別個に設けられたタンクに貯留される。

## 【 0 0 1 4 】

第 9 の発明では、第 1 ～第 7 のいずれか一つの発明において、上記還元剤は内燃機関の燃焼室に供給される燃料を改質したものである。

## 【 0 0 1 5 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の排気浄化装置について説明する。図 1 は本発明の排気浄化装置を備えた筒内噴射型の圧縮自着火式のディーゼル内燃機関を示している。なお本発明において用いられる排気浄化装置は火花点火式内燃機関にも搭載可能である。

## 【 0 0 1 6 】

図 1 および図 2 を参照すると、1 は機関本体、2 はシリンダブロック、3 はシリンダヘッド、4 はピストン、5 は燃焼室、6 は電気制御式燃料噴射弁、7 は吸

気弁、8は吸気ポート、9は排気弁、10は排気ポートをそれぞれ示す。吸気ポート8は対応する吸気枝管11を介してサージタンク12に連結され、サージタンク12は吸気ダクト13を介して排気ターボチャージャ14のコンプレッサ15に連結される。

#### 【0017】

吸気ダクト13内にはスロットル弁駆動用ステップモータ16により駆動されるスロットル弁17が配置され、さらに吸気ダクト13周りには吸気ダクト13内を流れる吸入空気を冷却するための冷却装置18が配置される。図1に示した内燃機関では冷却装置18内に機関冷却水が導かれ、この機関冷却水により吸入空気が冷却される。一方、排気ポート10は排気マニホールド19および排気管20を介して排気ターボチャージャ14の排気タービン21に連結され、排気タービン21の出口は排気管22を介して以下に詳述する排気浄化装置23に連結される。

#### 【0018】

排気マニホールド19とサージタンク12とは排気ガス再循環（以下、EGRと称す）通路24を介して互いに連結され、EGR通路24内には電気制御式EGR制御弁30が配置される。またEGR通路25周りにはEGR通路25内を流れるEGRガスを冷却するための冷却装置26が配置される。図1に示した内燃機関では冷却装置26内に機関冷却水が導かれ、この機関冷却水によりEGRガスが冷却される。

#### 【0019】

一方、各燃料噴射弁6は燃料供給管6aを介して燃料リザーバ、いわゆるコモンレール27に連結される。このコモンレール27内へは電気制御式の吐出量可変な燃料ポンプ28から燃料が供給され、コモンレール27内に供給された燃料は各燃料供給管6aを介して燃料噴射弁6に供給される。コモンレール27にはコモンレール27内の燃料圧を検出するための燃料圧センサ29が取り付けられ、燃料圧センサ29の出力信号に基づいてコモンレール27内の燃料圧が目標燃料圧となるように燃料ポンプ28の吐出量が制御される。

#### 【0020】

電子制御ユニット（ECU）40はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス41により互いに接続されたROM（リードオンリメモリ）42、RAM（ランダムアクセスメモリ）43、CPU（マイクロプロセッサ）44、入力ポート45および出力ポート46を具備する。燃料圧センサ29の出力信号は対応するAD変換器47を介して入力ポート45に入力される。

#### 【0021】

アクセルペダル51にはアクセルペダル51の踏込量に比例した出力電圧を発生する負荷センサ52が接続され、負荷センサ52の出力電圧は対応するAD変換器47を介して入力ポート45に入力される。さらに入力ポート45にはクランクシャフトが例えば30°回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ53が接続される。一方、出力ポート46は対応する駆動回路48を介して燃料噴射弁6、スロットル弁駆動用ステップモータ16、EGR制御弁25、および燃料ポンプ28に接続される。

#### 【0022】

次に、図2を参照して本発明の排気浄化装置23の構成について説明する。本発明の排気浄化装置23は流入する排気ガス中の硫黄成分（ $\text{SO}_x$ 等）を保持することができる硫黄成分保持剤61と、流入する排気ガス中の成分のうち硫黄成分以外の成分、特に流入する排気ガス中の $\text{NO}_x$ を保持することができる $\text{NO}_x$ 保持剤62とを具備する。

#### 【0023】

硫黄成分保持剤61は排気タービン21の出口に連結された排気管（機関排気通路）63上に配置されたケーシング64内に内蔵される。硫黄成分保持剤61には硫黄成分保持剤61の温度を検出するための温度センサ65が設けられ、この温度センサ65は対応するA/D変換器47を介してECU40の入力ポート45に接続される。排気管63の排気後流には排気管66が設けられる。排気管66は上流側排気管66aと、分岐部66bと、保持剤側分岐管66cと、バイパス側分岐管（バイパス通路）66dと、下流側排気管66eとを具備し、 $\text{NO}_x$ 保持剤62が保持剤側分岐管66c上に配置されたケーシング67内に内蔵される。

## 【 0 0 2 4 】

排気管 6 6 についてより詳細に説明すると、排気管 6 6 の上流に配置される排気管 6 3 に上流側排気管 6 6 a が連結される。上流側排気管 6 6 a は分岐部 6 6 b において保持剤側分岐管 6 6 c と  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 をバイパスするためのバイパス側分岐管 6 6 d とに分岐する。これら分岐管 6 6 c、6 6 d は  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の排気下流において合流する。そして、分岐部 6 6 b には流量調整弁 6 8 が設けられる。流量調整弁 6 8 は対応する駆動回路 4 8 を介して ECU 4 0 の出力ポート 4 6 に接続された流量調整弁用ステップモータ 6 9 により制御される。

## 【 0 0 2 5 】

流量調整弁 6 8 はバイパス側分岐管 6 6 d に流入する排気ガスの流量を調整することができる。特に、流量調整弁 6 8 はその作動位置に応じて保持剤側分岐管 6 6 c に流入する排気ガスの流量とバイパス側分岐管 6 6 d に流入する排気ガスの流量との割合を調整することができる。例えば、流量調整弁 6 8 はバイパス側分岐管 6 6 d を閉鎖する位置（図 2 に実線で示した位置）と保持剤側分岐管 6 6 c を閉鎖して  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 をバイパスさせるバイパス位置（図 2 に破線で示した位置）との間で揺動し、保持剤側分岐管 6 6 c を閉鎖する位置からの角度  $\theta$  に応じて各分岐管 6 6 c、6 6 d に流入する排気ガスの流量が定まる。

## 【 0 0 2 6 】

さらに、第一実施形態の排気浄化装置 2 3 では、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の排気上流であって流量調整弁 6 8 の排気下流において保持剤用分岐管 6 6 c に還元剤添加装置（還元剤添加手段）7 0 が設けられる。還元剤添加装置 7 0 は  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入する排気ガス中に還元剤を添加する。より詳細には、還元剤添加装置 7 0 は  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に近接して配置され、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に向かって還元剤が噴射されるように配置されている。還元剤添加装置 7 0 は対応する駆動回路 4 8 を介して ECU 4 0 の出力ポート 4 6 に接続され、ECU 4 0 から送信される信号に基づいて排気ガス中に添加する還元剤の量が調整される。また、本実施形態では還元剤として内燃機関の燃焼室に供給する燃料と同様な組成の燃料が用いられるため、還元剤添加装置を燃料添加装置 7 0 と称し、燃料添加装置 7 0 から排気ガス中に添加される還元剤を燃料と称する。

## 【 0 0 2 7 】

ところで、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 上流側の排気通路、燃焼室 5 および吸気通路に供給された空気と燃料との比率を排気ガスの空燃比と称すると、排気浄化装置 2 3 の  $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 は、流入する排気ガスの空燃比がリーンのときに排気ガス中の  $\text{NO}_x$ を保持し、流入する排気ガスの酸素濃度を低下させると保持している  $\text{NO}_x$ を離脱させる。さらに、流入する排気ガスの酸素濃度が低くてその排気ガス中に還元剤が含まれていると、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 から離脱された  $\text{NO}_x$ が還元・浄化される。

## 【 0 0 2 8 】

このような  $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 では、保持している  $\text{NO}_x$ の量が増加するとそれ以上  $\text{NO}_x$ を保持することができなくなる。すなわち、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に流入する排気ガスの空燃比をリーンにし続けると、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 の  $\text{NO}_x$ 保持能力が低下して、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に  $\text{NO}_x$ が保持されなくなり、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 を通った排気ガス中に  $\text{NO}_x$ が含まれたままになってしまう。そこで、一般に、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に保持された  $\text{NO}_x$ の量が予め設定した所定量を越えた場合には、酸素濃度が低く且つ還元剤を多く含む排気ガスを  $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に流入させるリッチスパイクを行うことにより、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に保持された  $\text{NO}_x$ を離脱させ、還元させる。

## 【 0 0 2 9 】

より詳細には、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 の排気上流に取付けられた  $\text{NO}_x$ センサ 7 1 により、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に流入する排気ガス中の  $\text{NO}_x$ を検出することによって、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に保持されている  $\text{NO}_x$ 量を推定する。そして、推定された  $\text{NO}_x$ 量が所定量以上となったときに、すなわち  $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 の  $\text{NO}_x$ 保持能力が低下したときに、リッチスパイクとして  $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 の排気上流に取付けられた燃料添加装置 7 0 から  $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に流入する排気ガス中に還元剤として燃料が添加せしめられる。燃料添加装置 7 0 から添加される燃料の量は、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に流入する排気ガス中の酸素濃度を低下させると共に  $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 から離脱した  $\text{NO}_x$ を還元するのに十分な量である。リッチスパイクにより、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に保持された  $\text{NO}_x$ はほとんど離脱して還元され、 $\text{NO}_x$ 保持剤

6 2 の  $\text{NO}_x$  保持能力が回復せしめられる。

【 0 0 3 0 】

一方、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 は、流入する排気ガス中の  $\text{NO}_x$  だけでなく、硫黄成分も保持してしまう。 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に硫黄成分が保持されると、 $\text{NO}_x$  保持剤の  $\text{NO}_x$  保持能力が低下する。このように  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に硫黄成分が保持されて、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の  $\text{NO}_x$  保持能力が低下することを  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の硫黄被毒という。より詳細には、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に保持された  $\text{NO}_x$  量が増大すると、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 が保持可能な  $\text{NO}_x$  量が減少する。換言すると、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の硫黄被毒が進行すると、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の  $\text{NO}_x$  保持能力が低下する。

【 0 0 3 1 】

したがって、一般的に、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 が硫黄被毒してしまうと、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 から硫黄成分を離脱させるための硫黄被毒再生処理が実行される。通常、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に保持された硫黄成分を離脱させるためには、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入する排気ガスの空燃比をリッチにすると共に、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の温度をその硫黄離脱温度（例えば、約 6 5 0 度）以上にすることがある。

【 0 0 3 2 】

ところが、圧縮自着火式のディーゼル内燃機関では通常運転中に  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入する排気ガスの温度は  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の硫黄離脱温度よりも極めて低く、したがって  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の硫黄被毒再生処理を実行するためには内燃機関から排出される排気ガスの温度を高くするために内燃機関の特別な制御が必要となる。また、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 が硫黄離脱温度以上の高温になると、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 が熱的に劣化してしまい、その  $\text{NO}_x$  保持能力が低下してしまう。また、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に排気ガス中の成分を酸化するための触媒物質等が含まれている場合、熱によりその触媒物質の酸化能力等の性能が低下してしまう。さらに、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 から硫黄成分を離脱させるには比較的時間がかかり、よって比較的長時間に亘って  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入する排気ガスの空燃比をリッチにしなければならず、燃料消費量が多くなり燃費が大幅に悪化してしまう。また、後述するように  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 がパティキュレートフィルタ（以下、フィルタと称す）に担持されている場合には、フィルタ 6 2 に多量の微粒子が捕集されて

いる状態でフィルタ 6 2 の温度を硫黄離脱温度以上にまで上昇させると、フィルタ 6 2 に捕集されている微粒子が着火してしまう。その結果、フィルタ 6 2 は極めて高温となり、フィルタ 6 2 が溶損してしまったり、フィルタ 6 2 にクラックが入ってしまったりする。

#### 【 0 0 3 3 】

そこで、図 1 および図 2 に示したような構成の排気浄化装置 2 3 では、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の排気上流に、流入する排気ガス中の硫黄成分を保持する硫黄成分保持剤 6 1 を配置することで、硫黄成分がほとんど除去された排気ガスが  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入するようにしている。これにより、内燃機関の通常運転中、特に  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に対するリッチスパイク時以外の期間中には、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 には硫黄成分が流入しにくくなるため、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の硫黄被毒再生処理を実行する回数は少なくなる。

#### 【 0 0 3 4 】

ところが、図 1 および図 2 に示した構成の排気浄化装置 2 3 では、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 から  $\text{NO}_x$  を離脱させるためのリッチスパイクを実行するとき、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の排気上流に配置された燃料添加装置 7 0 から排気ガス中に添加された燃料が直接  $\text{NO}_x$  保持剤に流入する。一般的に燃料中には硫黄成分が含まれているため、添加された燃料が直接  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入すると、燃料中の硫黄成分が  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に保持され、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の硫黄被毒が進行してしまう。

#### 【 0 0 3 5 】

これに対して、本発明の第一実施形態の排気浄化装置 2 3 では、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入する排気ガス中に燃料添加装置 7 0 から添加される燃料に含まれる硫黄成分の濃度が内燃機関の燃焼室 5 に供給される燃料に含まれる硫黄成分の濃度よりも低い。すなわち、燃料添加装置 7 0 は硫黄成分の濃度の低い低硫黄燃料を硫黄成分保持剤 6 1 の排気下流であって  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の排気上流において排気通路に添加する。これにより、例えば、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に対してリッチスパイクを行うとき等に燃料添加装置 7 0 から燃料が添加されたとしても、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入する排気ガス中に含まれる硫黄成分の量は比較的少なく、よって

NO<sub>x</sub>保持剤 6 2 の硫黄被毒の進行が防止される。

【 0 0 3 6 】

特に、NO<sub>x</sub>保持剤 6 2 に流入する排気ガス中に燃料添加装置 7 0 から添加される燃料に含まれる硫黄成分の濃度がほぼ零であると、NO<sub>x</sub>保持剤 6 2 に対してリッチスパイクを行うときにNO<sub>x</sub>保持剤 6 2 にはほとんど硫黄成分が流入しない。また、NO<sub>x</sub>保持剤 6 2 に対してリッチスパイクを行うとき以外のときには、内燃機関から排出された排気ガス中のほとんどの硫黄成分が硫黄成分保持剤 6 1 によって除去されるため、この場合にもNO<sub>x</sub>保持剤 6 2 にはほとんど硫黄成分が流入しない。このように、燃料添加装置 7 0 から添加される燃料に含まれる硫黄成分の濃度がほぼ零である場合には、NO<sub>x</sub>保持剤 6 2 にほとんど硫黄成分が流入せず、よってNO<sub>x</sub>保持剤 6 2 に対する硫黄被毒再生処理を行う必要がほとんどなくなる。

【 0 0 3 7 】

ところで、本発明の第一実施形態の硫黄成分保持剤 6 1 は、硫黄成分保持条件が成立しているときには流入する排気ガス中の硫黄成分を保持すると共に、硫黄成分離脱条件が成立しているときには保持している硫黄成分を離脱させる。より詳細には、硫黄成分保持剤 6 1 は例えば硫黄成分保持剤 6 1 に流入する排気ガスの空燃比がリーンである場合、または硫黄成分保持剤 6 1 に流入する排気ガスの空燃比がほぼ理論空燃比またはリッチであって硫黄成分保持剤 6 1 の温度がその硫黄離脱温度よりも低い場合には排気ガス中の硫黄成分を保持すると共に、硫黄成分保持剤 6 1 に流入する排気ガスの空燃比がリッチであって硫黄成分保持剤 6 1 の温度が硫黄離脱温度よりも高い場合には保持している硫黄成分を離脱させる。

【 0 0 3 8 】

このような硫黄成分保持剤 6 1 は、保持している硫黄成分の量が増加すると保持可能な硫黄成分の量が低下する。すなわち、硫黄成分保持剤 6 1 が保持している硫黄成分の量が増加すると、硫黄成分保持剤 6 1 の硫黄成分保持能力が低下する。したがって、硫黄成分保持剤 6 1 に保持されている硫黄成分の量が予め設定された所定量以上に増加すると、硫黄成分保持剤 6 1 から硫黄成分を離脱させる



ための硫黄離脱処理が実行される。

【 0 0 3 9 】

より詳細には、まず、硫黄成分保持剤 6 1 の排気上流の排気通路と燃焼室 5 と吸気通路とに供給された燃料の量から硫黄成分保持剤 6 1 に流入する排気ガス中の硫黄成分の量を推定することによって、硫黄成分保持剤 6 1 に保持されている硫黄成分の量を推定する。そして、推定された硫黄成分の量が上記所定量以上となったときに、すなわち硫黄成分保持剤 6 1 の硫黄成分保持能力が低下したときに、内燃機関から排出される排気ガスの空燃比がリッチになるように且つ内燃機関から排出される排気ガスの温度が高くなるように内燃機関の運転が制御され、これにより硫黄成分保持剤 6 1 の硫黄成分離脱条件が成立せしめられ、硫黄成分保持剤 6 1 から硫黄成分が離脱し、硫黄成分保持剤 6 1 の硫黄成分保持能力が回復せしめられる。

【 0 0 4 0 】

ただし、硫黄成分保持剤 6 1 から硫黄成分を離脱させるときには、硫黄成分保持剤 6 1 の排気下流に流出する排気ガス中には内燃機関から排出された排気ガス中よりも多くの硫黄成分が含まれている。したがって、第一実施形態の排気浄化装置 2 3 では、硫黄成分保持剤 6 1 の硫黄離脱処理において、硫黄成分離脱条件を成立させると共に、バイパス側分岐管 6 6 d に排気ガスの大部分が流入するように流量調整弁 6 8 の作動位置をバイパス位置へと変更する。これにより、硫黄成分離脱条件が成立している場合には $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に排気ガスがほとんど流入せず、よって硫黄成分が多く含まれた排気ガスが $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に流入してしまうことが防止される。

【 0 0 4 1 】

このように、硫黄成分保持剤 6 1 は基本的に流入する排気ガス中の硫黄成分を保持し、また、保持した硫黄成分を硫黄成分保持剤 6 1 から離脱させるときには排気ガスが $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 を通らないようにすることで、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に硫黄成分を含む排気ガスが流入しないようにすることができ、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 の排気上流において内燃機関から排出された排気ガス中の硫黄成分を除去することができる。

## 【 0 0 4 2 】

ところで、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に流入する排気ガス中に燃料を添加するための燃料添加装置を流量調整弁 6 8 の排気上流に配置すると、流量調整弁 6 8 に燃料が付着してしまう。したがって、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に対するリッチスパイクを行うために、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に保持されている  $\text{NO}_x$  を離脱させて還元させるのに適切な量の燃料を燃料添加装置から噴射しても、実際に  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入する燃料の量は上記適切な量とは異なった量になってしまう。すなわち、燃料添加装置から燃料を噴射したときに  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入する燃料の量を適切に調整することができなくなってしまう。また、流量調整弁 6 8 に付着する燃料の量が多くなると、流量調整弁 6 8 が固着してしまい、流量調整弁 6 8 を制御することができなくなってしまう。また、燃料添加装置を流量調整弁 6 8 の排気上流に配置すると、一般に燃料添加装置から  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 までの距離が長くなってしまうため、燃料添加装置から  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 までの排気管に燃料が付着してしまい、これによっても燃料添加装置から燃料を噴射したときに  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入する燃料の量を適切に調整することができなくなってしまう。

## 【 0 0 4 3 】

これに対して、本発明の第一実施形態の排気浄化装置 2 3 では、図 2 に示したように燃料添加装置 7 0 が流量調整弁 6 8 の排気下流であって  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の排気上流に配置されている。したがって、燃料添加装置 7 0 から燃料を噴射しても、流量調整弁 6 8 に燃料が付着してしまうことが防止される。これにより、燃料添加装置 7 0 から燃料を噴射したときに  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入する燃料の量を適切な量に調整することができるようになり、また、流量調整弁 6 8 が固着してしまうことが防止される。また、特に燃料添加装置 7 0 を  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の直ぐ上流に配置したり、燃料添加装置 7 0 の噴射方向を  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の方向にしたりすることによっても、燃料添加装置 7 0 から燃料を噴射したときに  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入する燃料の量を適切な量に調整することができるようになる。

## 【 0 0 4 4 】

次に、図 3 を参照して本発明の第二実施形態の排気浄化装置 8 0 について説明

する。第二実施形態の排気浄化装置 8 0 は第一実施形態の排気浄化装置 2 3 と同様な構成であるが、排気管 8 6 の構成が第一実施形態の排気管 6 6 の構成と異なる。なお、図 3 は図 2 と同様な図であり、図 3 (A) は流量調整弁 8 8 が第一作動位置にあるとき、図 3 (B) は流量調整弁 8 8 が第二作動位置にあるとき、図 3 (C) は流量調整弁 8 8 が中立作動位置にあるときをそれぞれ示す。また、これら図中の矢印は排気ガスの流れを示す。

#### 【 0 0 4 5 】

図 3 に示したように第二実施形態では、排気管 8 6 は、基幹排気管 8 6 a、8 6 e と、基幹排気管 8 6 a、8 6 e に連結された環状分岐管（環状通路）8 6 c、8 6 d とを備えており、環状分岐管 8 6 c、8 6 d 上には  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 を内蔵したケーシング 8 7 が配置されている。そして、基幹排気管 8 6 a、8 6 e と環状分岐管 8 6 c、8 6 d の接続部分には分岐部 8 6 b が配置される。すなわち、環状分岐管 8 6 c は基幹排気管 8 6 a、8 6 e の分岐部 8 6 b から分岐して分岐部 8 6 b に再び戻る。環状分岐管 8 6 c、8 6 d には燃料添加装置 9 0 が設けられる。

#### 【 0 0 4 6 】

より詳細には、基幹排気管は分岐部 8 6 b よりも排気上流側の上流側部分排気管 8 6 a と分岐部 8 6 b よりも排気下流側の下流側部分排気管 8 6 e とから成り、環状分岐管は分岐部 8 6 b と  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の一方の面とを連結する第一部分環状分岐管 8 6 c と、分岐部 8 6 b と  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 の上記一方の面とは反対側の他方の面とを連結する第二部分環状分岐管 8 6 d とから成る。上流側部分排気管 8 6 a が分岐部 8 6 b において第一部分環状分岐管 8 6 c と第二部分環状分岐管 8 6 d と下流側部分排気管 8 6 e との三つの排気管に分岐する。上流側部分排気管 8 6 a と下流側部分排気管 8 6 e とはほぼ一直線上に位置し、第一部分環状分岐管 8 6 c と第二部分環状分岐管 8 6 d とは互いに対して反対向きに且つ基幹排気管 8 6 e に対してほぼ垂直に分岐する。また、燃料添加装置 9 0 は、第一部分環状分岐管 8 6 c から  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に流入する排気ガス中に  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 に向かって燃料が噴射されるように第一部分環状分岐管 8 6 c に配置される。

## 【 0 0 4 7 】

また、分岐部 8 6 b には流量調整弁 8 8 が設けられる。流量調整弁 8 8 の作動は、対応する駆動回路 4 8 を介して E C U 4 0 の出力ポート 4 6 に接続された流量調整弁用ステップモータ 8 9 により制御される。流量調整弁 8 8 は分岐部 8 6 b の中心周りで連続的に回転し、基幹排気管 8 6 a、8 6 e の軸線に対して角度  $\theta$  が変化し、これにより環状分岐管 8 6 c、8 6 d に流入する排気ガスの流量および環状分岐管 8 6 c、8 6 d への排気ガスの流入方向を制御することができる。

## 【 0 0 4 8 】

特に、第二実施形態の流量調整弁 8 8 は大別して角度の異なる三つの作動位置間で回転する。これら三つの位置とは図 3 (A) に示した第一作動位置と、図 3 (B) に示した第二作動位置と、図 3 (C) に示した中立作動位置とである。流量調整弁 8 8 が図 3 (A) に示した第一作動位置にある場合、上流側部分排気管 8 6 a から分岐部 8 6 b に流入する排気ガスのほとんどは第一部分環状分岐管 8 6 c に流入し、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 を一方の方向に通過して第二部分環状分岐管 8 6 d に流れ、再び分岐部 8 6 b に戻る。第二部分環状分岐管 8 6 d から分岐部 8 6 b に再び戻った排気ガスは全て下流側部分排気管 8 6 e へと流出する。なお、以下では排気ガスが環状分岐管 8 6 c、8 6 d および  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 をこのように流れる方向を順方向として説明する。

## 【 0 0 4 9 】

また、流量調整弁 8 8 が図 3 (B) に示した第二作動位置にある場合、上流側部分排気管 8 6 a から分岐部 8 6 b に流入する排気ガスのほとんどは第二部分環状分岐管 8 6 d に流入し、 $\text{NO}_x$  保持剤 8 6 を上記流量調整弁 8 8 が第一作動位置にある場合の一方の方向とは反対の方向に通過して第一部分環状分岐管 8 6 c に流れ、再び分岐部 8 6 b に戻る。第一部分環状分岐管 8 6 c から分岐部 8 6 b に再び戻った排気ガスは全て下流側部分排気管 8 6 e へと流出する。なお、以下では排気ガスが環状分岐管 8 6 c、8 6 d および  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 をこのように流れる方向を逆方向として説明する。

## 【 0 0 5 0 】

すなわち、上述したように、流量調整弁 8 8 の作動位置によっては上流側部分排気管 8 6 a から分岐部 8 6 b に流入した排気ガスは、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 が配置された環状分岐管 8 6 c、8 6 d を一方の方向へまたはそれとは逆の方向へ流れて、その後分岐部 8 6 b を介して下流側部分排気管 8 6 e へと流出することができる。

## 【 0 0 5 1 】

このように、第二実施形態では、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 を通過する排気ガスの流れを順方向と逆方向との間で反転させることができるので、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 内の位置による  $\text{NO}_x$  保持量の偏りを緩和して  $\text{NO}_x$  保持剤を効率的に利用することができる。また、後述するように  $\text{NO}_x$  保持剤がフィルタに担持されている場合、第二実施形態の排気浄化装置によれば、フィルタ内の位置による微粒子捕集量を緩和して、フィルタ 6 2 を効率的に利用することができる。さらに、排気ガスの流れ方向を反転することにより、フィルタの詰まりを防止する効果もある。

## 【 0 0 5 2 】

一方、流量調整弁 8 8 が図 3 (C) に示した中立作動位置にある場合、上流側部分排気管 8 6 a から分岐部 8 6 b に流入した排気ガスのほとんどは環状分岐管 8 6 c、8 6 d に流入せずに下流側部分排気管 8 6 e に流入する。すなわち、流量調整弁 8 8 が中立作動位置にあると、排気ガスは  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 を通過することなく下流側排気管 8 6 e へと流出する。したがって、第二実施形態では、流量調整弁 8 8 の中立作動位置は、上記実施形態における流量調整弁 6 8 のバイパス位置と同様に、 $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 をバイパスさせるためのバイパス位置である。したがって、第二実施形態の排気浄化装置 8 0 では、硫黄成分保持剤 6 1 から硫黄成分を離脱させるときには硫黄成分離脱条件を成立させると共に、排気ガスの大部分が環状通路 8 6 c、8 6 d に流入することなく分岐部 8 6 b 下流へと排気通路内を流れるように流量調整弁 8 8 が調整される。

## 【 0 0 5 3 】

また、第二実施形態の排気浄化装置 8 0 では、燃料添加装置 9 0 が第一部分環状分岐管 8 6 c に配置されている。このため、排気ガスが  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 および環状分岐管 8 6 c、8 6 d を順方向に流れているときには、燃料添加装置 9 0

から燃料が添加された排気ガスが $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に流入するが、逆方向に流れているときには燃料添加装置 9 0 から排気ガス中に燃料を添加しても $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 を通過せずに排出されてしまう。したがって、第二実施形態の排気浄化装置 8 0 では、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に対するリッチスパイクを行う場合には、排気ガスが順方向に流れるように流量調整弁 8 8 の作動位置が第一作動位置にされる。すなわち、環状分岐管 8 6 c、8 6 d に一つの燃料添加装置 9 0 が配置されている場合、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に対するリッチスパイクを行うときには、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 の上流で燃料添加装置 9 0 から排気ガス中に燃料が添加されるように流量調整弁 8 8 の作動位置が調整される。

#### 【 0 0 5 4 】

なお、上記第二実施形態の排気浄化装置 8 0 では、一つの燃料添加装置 9 0 が環状分岐管 8 6 c、8 6 d に配置されているが、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 の両側の環状分岐管 8 6 c、8 6 d に、すなわち第一部分環状分岐管 8 6 c と第二部分環状分岐管 8 6 d とにそれぞれ一つずつ燃料添加装置を設けてもよいし、あるいは、流量調整弁 8 8 の排気上流に燃料添加装置を設けてもよい。これにより、環状分岐管 8 6 c、8 6 d および $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 を排気ガスが順方向と逆方向とのいずれの方向に流れていても、すなわち流量調整弁 8 8 の作動位置がバイパス位置以外の位置であれば、 $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 に対するリッチスパイクを行うことができる。

#### 【 0 0 5 5 】

次に、図 4 を参照して本発明の第三実施形態の排気浄化装置について説明する。なお、図 4 は第二実施形態の排気浄化装置 8 0 を示す図 3 (A) と同様な図である。図 4 に示したように、第三実施形態の排気浄化装置は第二実施形態の排気浄化装置 8 0 の排気後流にケーシング 9 2 に内蔵されたスーパ 9 1 が設けられる。スーパ 9 1 は、流入する排気ガスを浄化することができ、下流側部分排気管 8 6 e の排気下流に配置される。

#### 【 0 0 5 6 】

ところで、上述した第二実施形態では、硫黄成分保持剤 6 1 の硫黄離脱処理を行うために流量調整弁 8 8 の作動位置をバイパス位置に変更した場合、ほとんど

の排気ガスは $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 を通らないため、ほとんど浄化されずに大気中に放出されてしまい、排気エミッションが悪化してしまう。

## 【 0 0 5 7 】

これに対して、本発明の第三実施形態では、下流側部分排気管 8 6 e の排気下流にスーパ 9 1 が配置される。したがって、硫黄成分保持剤 6 1 の硫黄離脱処理を行った場合に、ほとんど浄化されていない排気ガスはスーパ 9 1 に流入する。このスーパ 9 1 により排気ガス中の硫黄成分以外の成分が浄化されるため、硫黄成分保持剤 6 1 の硫黄離脱処理を行うために $\text{NO}_x$ 保持剤 6 2 がバイパスされても、ほとんど浄化されていない排気ガスが大気中に放出されてしまうことが防止される。

## 【 0 0 5 8 】

なお、スーパ 9 1 は流入する排気ガス中の硫黄成分を保持しにくい三元触媒であってもよいし、排気ガス中の微粒子を捕集することができるパーティキュレートフィルタであってもよい。また、第三実施形態の排気浄化装置は第一実施形態の排気浄化装置と組み合わせてもよい。この場合、スーパは保持剤側分岐管 6 6 c とバイパス側分岐管 6 6 d との合流部の排気下流に配置される。

## 【 0 0 5 9 】

次に、図 5 を参照して本発明の第四実施形態の排気浄化装置について説明する。なお、図 5 は図 3 および図 4 と同様な図である。第四実施形態の排気浄化装置は、第二実施形態の排気浄化装置において硫黄成分保持剤 6 1 の排気上流に環状分岐管 8 6 c、8 6 d に配置された燃料添加装置 9 0 とは別の追加の燃料添加装置 9 3 が設けられる。

## 【 0 0 6 0 】

第四実施形態の排気浄化装置では、硫黄成分保持剤 6 1 に保持されている硫黄成分を離脱させるべきときに、すなわち硫黄成分保持剤 6 1 に保持された硫黄成分の量が所定量を越えたときに、硫黄成分保持剤 6 1 の硫黄離脱処理として追加の燃料添加装置 9 3 から燃料が噴射される。この追加の燃料添加装置 9 3 から排気ガス中に噴射される燃料の量は、硫黄成分保持剤 6 1 に流入する排気ガスの空燃比がリッチになると共に噴射された燃料が燃焼することによって硫黄成分保持

剤 6 1 の温度がその硫黄離脱温度以上にまで上昇するのに十分な量である。

【 0 0 6 1 】

なお、第四実施形態の排気浄化装置は第一実施形態および第三実施形態の排気浄化装置と組み合わせられてもよい。この場合、第一実施形態および第三実施形態の排気浄化装置の排気上流に追加の燃料添加装置が配置される。

【 0 0 6 2 】

なお、上記実施形態では、燃料添加装置 7 0、9 0 から噴射するための燃料は内燃機関の燃焼室 5 に供給される燃料用の燃料タンクとは別の燃料タンク（添加燃料タンク、図示せず）に貯留されている。このため、内燃機関の燃焼室 5 に供給される前や燃料添加装置 7 0、9 0 から噴射される前にそれぞれの燃料が混ざり合ってしまうことはない。この場合、燃料添加装置 7 0、9 0 から噴射するための燃料用の添加燃料タンクには内燃機関に供給される燃料に含まれる硫黄成分の濃度よりも硫黄成分の濃度が低い燃料が貯留される。

【 0 0 6 3 】

あるいは、上記実施形態では、燃料添加装置 7 0、9 0 から噴射するための燃料は、内燃機関の燃焼室 5 に供給される燃料を改質したものである。すなわち、燃料添加装置 7 0、9 0 から噴射するための燃料は内燃機関の燃焼室 5 に供給される燃料を脱硫することで生成される。燃料の脱硫は、燃料タンクに燃料が供給される前に行われてもよいし、燃料タンクに燃料が供給された後に行われてもよい。燃料タンクに燃料が供給される前に燃料の脱硫が行われる場合には、脱硫処理が行われた燃料は上記添加燃料タンクに貯留される。

【 0 0 6 4 】

燃料タンクに燃料が供給された後に行われる場合には、内燃機関には燃料の脱硫を行うための脱硫装置が設けられる。この場合、燃料タンクは一つであり、燃料タンクからは内燃機関の燃焼室に燃料を供給するための燃料供給路と、燃料添加装置へ燃料を供給するための燃料供給路との二つの燃料供給路が設けられ、燃料添加装置へ燃料を供給するための燃料供給路に脱硫装置が設けられる。

【 0 0 6 5 】

ただし、実際には、燃料添加装置から噴射するための燃料は、 $\text{NO}_x$  保持剤 6



2に流入する排気ガスの酸素濃度を低下させ且つ $\text{NO}_x$ 保持剤から離脱された $\text{NO}_x$ を還元することができれば如何なる燃料であってもよい。このような燃料として、例えば軽油、メタン等が挙げられる。

#### 【0066】

なお、上記実施形態の $\text{NO}_x$ 保持剤62は流入する排気ガス中の微粒子を捕集することができるパティキュレートフィルタに担持されてもよい。さらに、このパティキュレートフィルタは後述するメカニズムで捕集した微粒子を連続的に酸化して除去することができるように、活性酸素生成剤を備えたパティキュレートフィルタであってもよい。なお、活性酸素生成剤は、上記実施形態の $\text{NO}_x$ 保持剤62と同様に、流入する排気ガス中の硫黄成分を保持・離脱させることができ、硫黄成分を保持することによってその微粒子除去作用が低下する。

#### 【0067】

以下、本発明のパティキュレートフィルタ（以下、フィルタと称す）による排気ガスの浄化メカニズム、特に排気ガス中の微粒子除去作用について説明する。図6においては、貴金属触媒として白金（Pt）を利用し、活性酸素生成剤としてカリウム（K）を利用した場合を例にとって説明するが、他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類、遷移金属を用いても同様な微粒子除去作用が行われる。

#### 【0068】

図6（A）および（B）はフィルタの隔壁の表面上および隔壁の細孔表面上に形成された担体層の表面の拡大図を模式的に表している。図6（A）および（B）において95は白金の粒子を示しており、96はカリウム等の活性酸素生成剤を含む担体層を示している。

#### 【0069】

まず、吸気通路および燃焼室5内に供給された空気と燃料との比を排気ガスの空燃比と称すると、フィルタに流入する排気ガスの空燃比はリーンである場合、燃焼室5では、 $\text{NO}_x$ 、特にNOおよび $\text{NO}_2$ が発生するので、排気ガス中には $\text{NO}_x$ が含まれている。このように、フィルタには過剰酸素、および、 $\text{NO}_x$ を含んだ排気ガスが流入する。

## 【 0 0 7 0 】

排気ガスがフィルタに流入すると、図 6 に示したように排気ガス中の酸素は  $O_2^-$  または  $O^{2-}$  の形で白金の表面に付着する。一方、排気ガス中の  $NO$  は白金の表面上で  $O_2^-$  または  $O^{2-}$  と反応し、 $NO_2$  となる ( $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ )。次いで生成された  $NO_2$  および排気ガス中の  $NO_2$  の一部は白金上で酸化されつつ活性酸素生成剤 1 0 2 に吸収され、 $K$  と結合しながら図 6 に示したように硝酸イオン ( $NO_3^-$ ) の形で活性酸素生成剤 9 6 内に拡散し、硝酸塩 ( $KNO_3$ ) を生成する。すなわち、排気ガス中の酸素が硝酸イオンの形で活性酸素生成剤 9 6 に保持される。

## 【 0 0 7 1 】

ところで、燃焼室内では主にカーボン ( $C$ ) からなる微粒子が生成される。したがって、排気ガス中にはこれら微粒子が含まれる。排気ガス中の微粒子は、排気ガスがフィルタ内を流れているときに、図 6 (B) に示したように、活性酸素生成剤 9 6 の表面上に接触し、付着する。

## 【 0 0 7 2 】

活性酸素生成剤 9 6 上に微粒子 9 7 が付着すると、活性酸素生成剤 9 6 の表面とその内部との間に濃度差が生じる。活性酸素生成剤 9 6 内には硝酸イオンの形で酸素が吸蔵されており、この吸蔵されている酸素が微粒子 9 7 と活性酸素生成剤 9 6 との接触面に向けて移動しようとする。その結果、活性酸素生成剤 9 6 内に形成されている硝酸塩 ( $KNO_3$ ) が  $K$  と  $O$  と  $NO$  とに分解され、 $O$  が活性酸素生成剤 1 0 2 の表面に向かい、その一方で  $NO$  が活性酸素生成剤 9 6 から外部に離脱せしめられる。このように外部に離脱せしめられた  $NO$  は上述したメカニズムで下流側の白金上において酸化され、再び活性酸素生成剤 9 6 内に硝酸イオンの形で保持される。

## 【 0 0 7 3 】

ところで微粒子 9 7 と活性酸素生成剤 9 6 との接触面に向かう  $O$  は硝酸塩 ( $KNO_3$ ) のような化合物から分解された酸素であるので、不対電子を有し、極めて高い反応性を有する活性酸素となっている。これら活性酸素が微粒子 9 7 に接触すると微粒子 9 7 は短時間 (数秒～数十分) のうちに輝炎を発することなく酸

化せしめられ、微粒子 9 7 は完全に消滅する。したがって、このようにして微粒子 9 7 が酸化・除去され、微粒子 9 7 がフィルタ上に堆積することはほとんどない。

#### 【0074】

なお、本明細書において「保持」という用語は「吸収」および「吸着」の両方の意味を含むものとして用いる。したがって、「 $\text{NO}_x$ 保持剤」は、「 $\text{NO}_x$ 吸収剤」および「 $\text{NO}_x$ 吸着剤」の両方を含み前者は $\text{NO}_x$ を硝酸塩等の形で蓄積し、後者は $\text{NO}_2$ 等の形で吸着する。また、 $\text{NO}_x$ 保持剤からの「離脱」という用語についても、「吸収」に対応する「放出」の他、「吸着」に対応する「脱離」の意味も含むものとして用いる。

#### 【0075】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、 $\text{NO}_x$ 保持剤から $\text{NO}_x$ を離脱させるべきときに最低限必要な量の燃料を排気ガス中に添加することができ、よって不必要な燃料消費を抑制することができる。また、 $\text{NO}_x$ 保持剤から $\text{NO}_x$ を離脱させるべきときに排気通路中に添加される還元剤に含まれる硫黄成分の濃度は低ことにより、 $\text{NO}_x$ 保持剤への硫黄成分の流入が抑制される。よって、本発明によれば排気浄化装置の硫黄被毒を回避しながらも燃料消費量を少なくすることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の排気浄化装置を備えた内燃機関の全体を示す図である。

##### 【図 2】

本発明の第一実施形態の排気浄化装置の図である。

##### 【図 3】

本発明の第二実施形態の排気浄化装置の図である。

##### 【図 4】

本発明の第三実施形態の排気浄化装置の図である。

##### 【図 5】

本発明の第四実施形態の排気浄化装置の図である。

【図 6】

微粒子除去作用の説明に関する図である。

【符号の説明】

2 3、8 0 …排気浄化装置

4 0 …電子制御ユニット

6 1 …硫黄成分保持剤

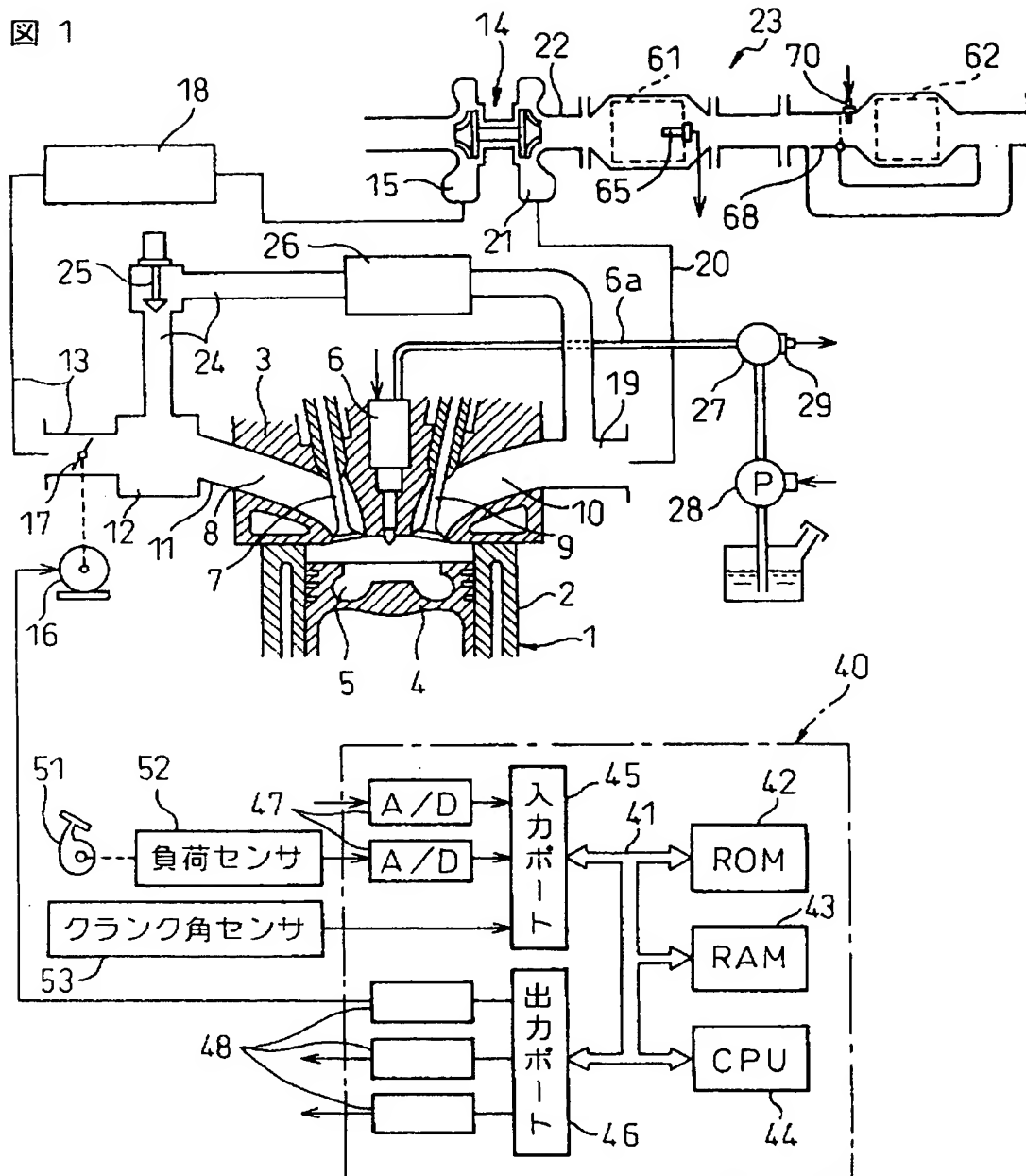
6 2 … $\text{NO}_x$  保持剤

6 8、8 8 …流量調整弁

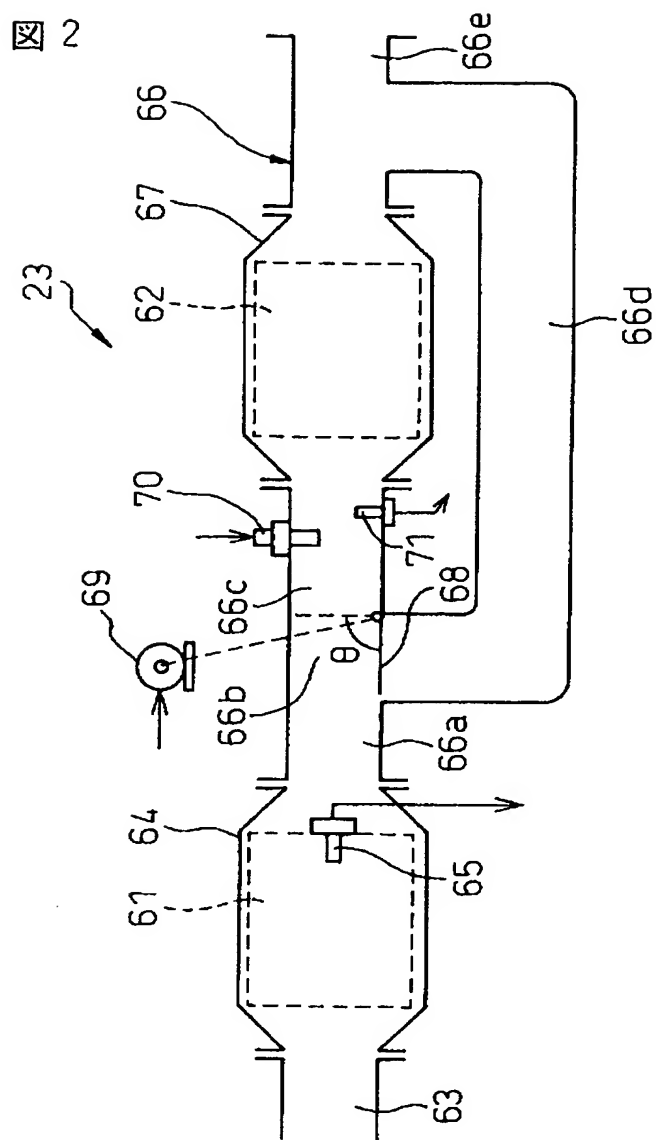
7 0、9 0 …燃料添加装置

【書類名】 図面

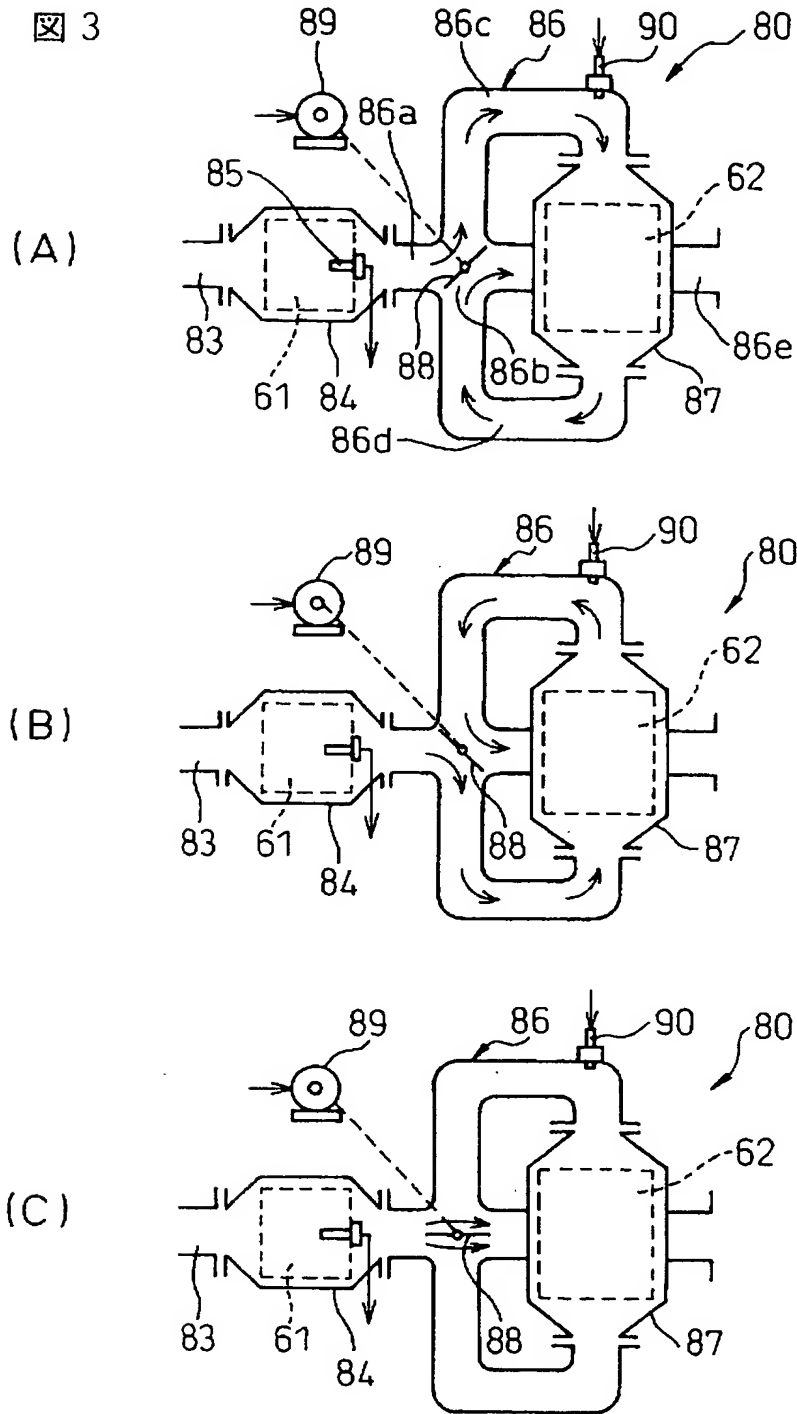
【図 1】



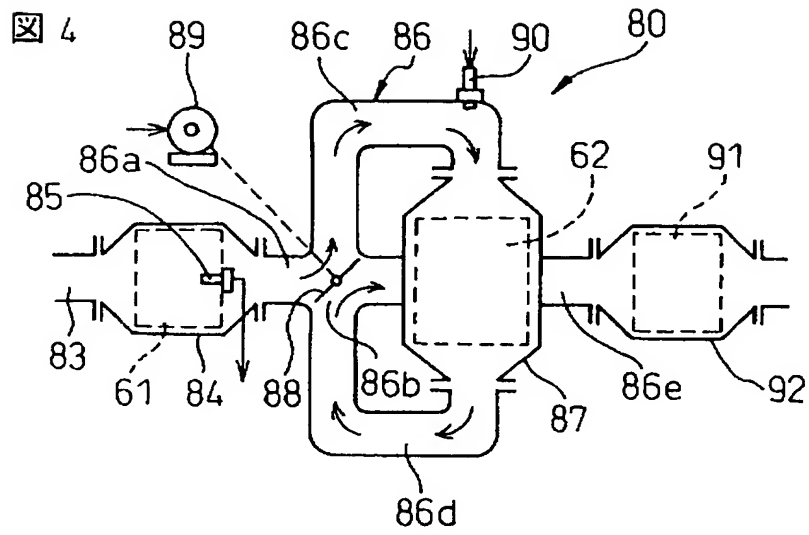
【図 2】



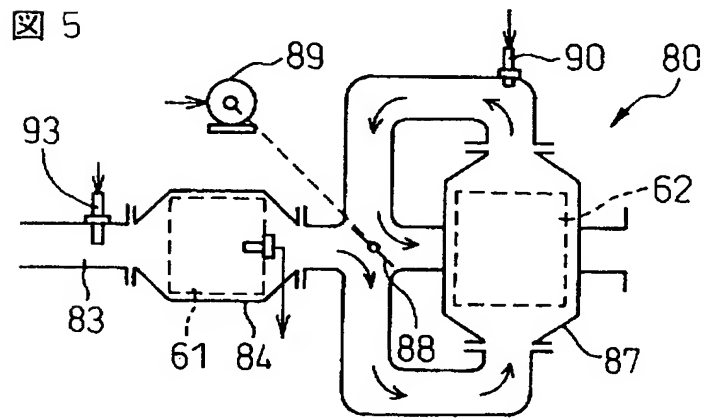
【図 3】



【図 4】

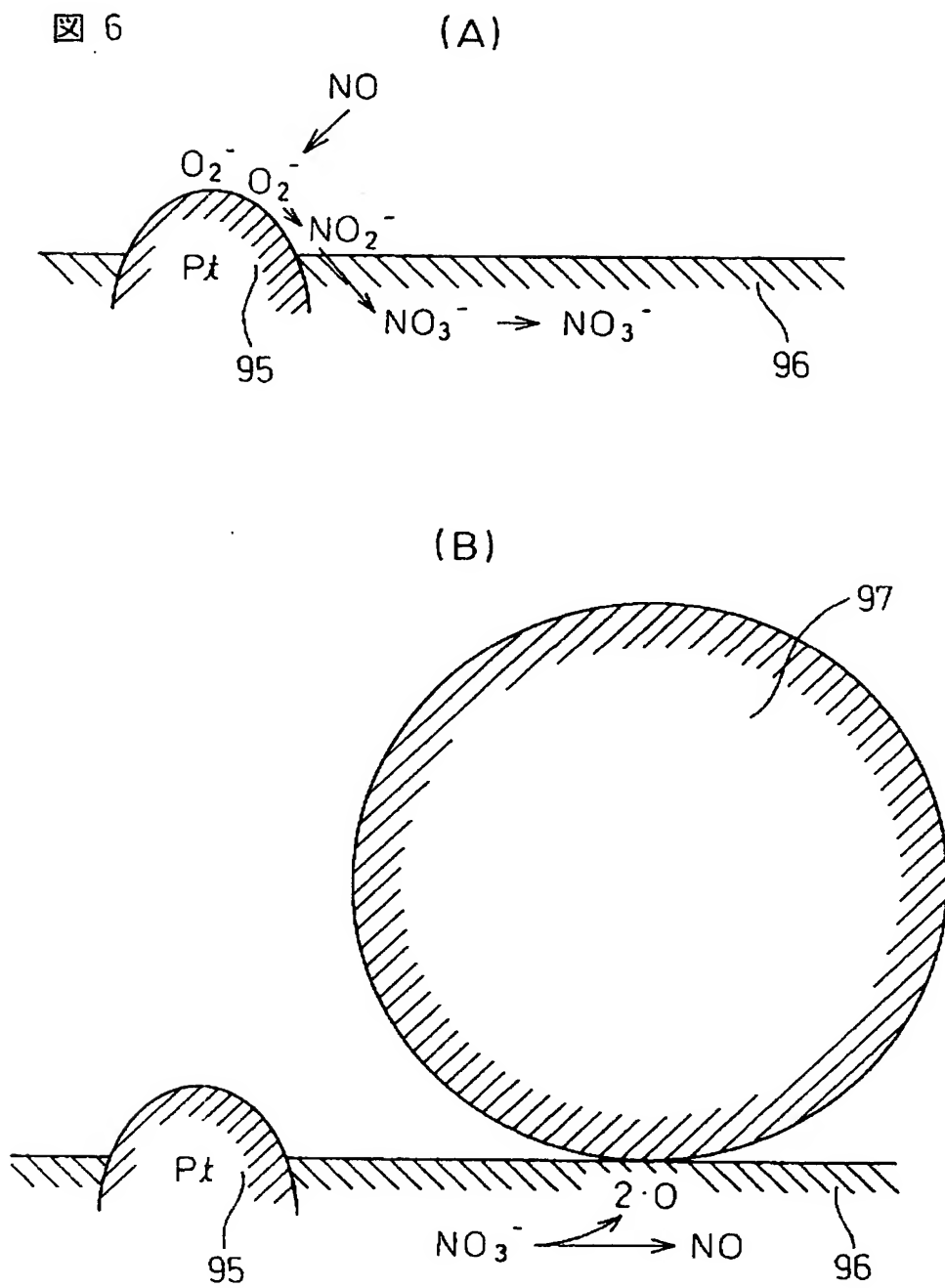


【図 5】





【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 排気浄化器の硫黄被毒を回避しつつ燃料消費量を少なくするようにした排気浄化装置を提供する。

【解決手段】 内燃機関の排気通路上に硫黄成分を保持する硫黄成分保持剤 6 1 を設けると共に、流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときに  $\text{NO}_x$  および硫黄成分を保持する  $\text{NO}_x$  保持剤 6 2 を上記硫黄成分保持剤の排気下流に配置し、さらに、 $\text{NO}_x$  保持剤に流入する排気ガス中に還元剤を添加するための還元剤添加手段 7 0 を設けた内燃機関の排気浄化装置において、還元剤添加手段によって添加される還元剤に含まれる硫黄成分の濃度は内燃機関の燃焼室に供給される燃料に含まれる硫黄成分の濃度よりも低いことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 7 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
氏 名 トヨタ自動車株式会社